

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДУЛЯ-CAE ДЛЯ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ ИЗДЕЛИЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ДИЗАЙНА

*Е.В. Вехтер, к.п.н., доц.,
Н. С. Жамантаев, студент гр. 8Д81.
Томский политехнический университет
E-mail: NSZ8@tpu.ru*

Введение

Актуальность данной работы заключается в использовании современных способов проектирования промышленных объектов при помощи различных симуляций в 3D-программах, при использовании математических данных, благодаря которым можно оценить те или иные решения.

Проблематика:

Судить о физических свойствах проектируемого объекта очень трудно, особенно при проектировании нестандартных и новых, конструктивных решений для которых личного опыта, недостаточно. В большинстве случаев макетирование тоже не может дать представление о прочности конструкции, так как используются другие материалы и способы крепления, а создавать точные модели по мере разработки расточительно. В таком случае оценить, как поведёт себя компьютерная модель изделия в реальных условиях эксплуатации, может модуль CAE в CAD системах. Данный модуль помогает убедиться в работоспособности изделия, без привлечения больших затрат времени и средств. При такой проверке проектируемого объекта можно выявить слабые места, подверженные наибольшему износу и исправить, усовершенствовав физические свойства. Дизайнер может обосновать свой проект перед заказчиком имея математически просчитанные доказательства. Вот почему для промышленного дизайнера, работающего с бытовыми изделиями необходим навык работы с подобными модулями.

Цель:

Изучить различные виды симуляций в 3D-пакетах, продемонстрировать работу с модулем CAE для решения каких задач он подходит на начальном этапе проектировании изделий.

Для постепенного достижения данной цели сначала необходимо понять какие задачи решает промышленный дизайнер. Дизайнер должен глубоко погружаться в делопроизводство проектируемых объектов. Знать параметры материалов, насколько они экологичны и экономичны, также знать способы изготовления проектируемых изделий. Отвечает ли продукт требованиям эргономики, проведена ли работа с брендом и при всем этом проектируемый объект должен быть эстетически приятным. Перечень необходимых знаний огромен и полноценно необъемлемый. Повсеместно всегда есть и ряд важных вопросов, приближенных к инженерным. В данной области у промышленного дизайнера чаще появляется неуверенность в обосновании проекта из-за отсутствия важных знаний таких как: сопротивление материалов и различные разделы физики. Поэтому для обоснования конструкторских решений, а также для экономии ресурсов есть смысл обратиться к модулям, которые позволяют просчитать насколько надежна та или иная конструкция и насколько она отвечает заданным характеристикам. Таким инструментом является встроенный модуль CAE в различные пакеты САПР. В данной работе для демонстрации будет рассмотрено только статическое напряжение, но сфера применения модуля очень широкое. Можно совершить множество анализов: аэроупругость, анализ композитов, акустика, вибрация, прочность, оптимизация конструкции, тепловой анализ, динамика вращения, анализ устойчивости и др.

Многие программы Autodesk имеют уже встроенный модуль CAE, например, в Inventor, Solid works и Fusion 360. В последнем продукте было решено проводить анализ, из-за удобства работы в данной программе и большого количества разнообразных инструментов.

Первоначально была воссоздана модель Трубного (газового) ключа ГОСТ 18981—73. Он был выбран в качестве объекта для тестирования, а именно его рукоять.

Был проделан первый анализ, который показал слабые места рукояти, показал смещение на 2.8мм под нагрузкой 600Н и в последствии необходимо было усовершенствовать конструкцию при помощи данного анализа. Первоначальное наращивание масс в ослабленных местах фактически никак не повлияло на характеристики конструкции. При той же нагрузке смещение составило 2.5мм. В качестве эксперимента была создана модель рукояти посредством генеративного дизайна, представленного на рисунке 1.



Рис. 1. Генеративный дизайн рукояти.

Модель получилась легче первоначальной ручки в 2.5 раза, но сама модель выглядела ненадежно в реальной эксплуатации, так как здесь мы задали статическую нагрузку под определенным углом, а в реальных условиях на ключ действует больше различных векторов давления. Довольно малый вес конструкции и тонкие ненадежные элементы с подвигли провести еще один процесс генеративного создания, но с увеличением нагрузки в два раза до 1200Н. Целью было проанализировать будущую форму в частности распределение масс и вектора направления ребер жесткости, а также посмотреть насколько изменится толщина элементов и масса объекта в целом с увеличением нагрузки. Полученный результат представлен на рисунке 2.

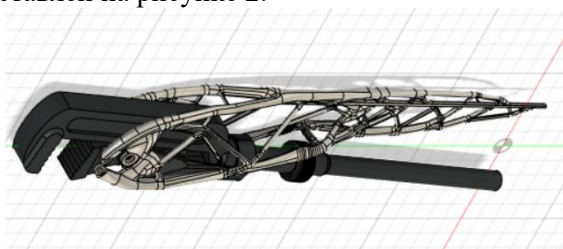


Рис. 2. Доработка генеративного дизайна рукояти.

В результате повторной генерации масса объекта увеличилась с 53 до 60 грамм. Это показывает насколько данный подход экономит материал. Но процесс изготовления таких мелких деталей для данной ниши не рентабельно так как необходимо большие средства на производство и полное переоборудование, также на последующую обработку, время печати и так далее. Поэтому в данной работе результаты генеративного дизайна были использованы в качестве подсказки или точнее в качестве трафарета для создания новой модели рукояти. Была проанализирована форма рукояти, распределение масс, общий силуэт и вместе с этим были взяты вектора и расположение ребер жесткости. Таким образом после нескольких попыток создать рукоятку по уже используемой технологии изготовления посредством сгибания 2-х миллиметрового листового металла, была создана следующая модель на рисунке 3.

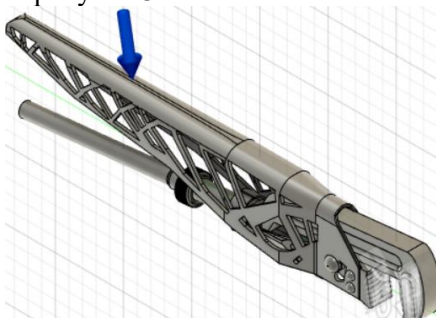


Рис. 3. Итоговая модель рукояти

Вес рукояти возрос на 60 грамм, но модель под нагрузкой в 600Н практически не деформировалась – максимальное смещение составило 0.5мм, что меньше по сравнению с контрольной (начальной) моделью почти в 6 раз и разрывов не было в отличие с контрольной моделью. Далее необходимо было узнать предельную прочность данной рукояти. Давление было увеличено до 1200Н и проделан последний анализ. Результаты анализа показали, что, максимальное смещение увеличилось незначительно до 0.6 мм. Но появился маленький разрыв на рукояти, в этом месте коэффициент прочности составляет приблизительно 0.9 минимально допустимое значение для моделей без разрывов детали является 1. Данный разрыв представлен на рисунке 4.

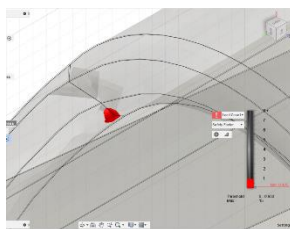


Рис. 4. Разрыв детали

Таким образом выяснено что данная рукоять имеет лучшие прочностные характеристики по сравнению с контрольной моделью. Вес модели возрос в 1,5 раза с 136 до 197 грамм. Деформация была значительно снижена почти в 6 раз и максимально допустимая нагрузка увеличена почти в 2 раза.

Таблица 1. Сводная характеристика проектируемых рукояток

Модель/ характеристика	 №1	 №2	 №3	 №4	 №5
Максимальная нагрузка (ньютон)	600Н	600Н	600Н	1200Н	1200Н
Технология изготовления	Сгибание листового металла	Сгибание листового металла	Аддитивные технологии	Аддитивные технологии	Сгибание листового металла
Вес рукояти (граммы)	136 гр.	157 гр.	53 гр.	60 гр.	197 гр.
Максимальное смещение	2,8мм	2,5мм	-	-	0,6мм

Заключение

В результате проведенный анализ в модуле CAE позволяет промышленному дизайнеру использовать данный инструмент анализа в качестве проверки концептуальных решений в зависимости от требуемых характеристик. Актуальность работы с модулем CAE для промышленных дизайнеров, так как это является удобным инструментом для конструкторского анализа формы, ее усовершенствования, экономии ресурсов на проработку промышленных образцов, а также данный анализ является доказательной базой для обоснования проекта. Вместе с этим использование модуля генеративного дизайна позволяет облегчить поиск конструкторских решений.

Список использованных источников:

1. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). - СПб. : Питер, 2004. - 560 с.
2. Емельянова И.В., Емельянов Н.В. CAD-CAE технологии при проектировании автоматизированных станочных систем
3. Лидия Клайн: Fusion 360. 3D-моделирование для мейкеров.
4. Коваленко В. Системы автоматизации проектирования вчера, сегодня, завтра // Открытые системы. 1997.
5. Ершов Г. Pro/Engineer в вопросах и ответах // Открытые системы. 1997.
6. Костромин К. SolidEdge Intergraph - система твердотельного моделирования /«Машинное обучение для дизайнеров»—Патрик Хеврон , 2016 .